

한국에서 COVID-19 유행 전과 후의 호흡기 병원미생물의 변화

김가연¹, 김기연², 이영기², 강혜숙³, 정보경^{4*}

¹단국대학교 치위생학과, ²단국대학교 임상병리학과, ³동의대학교 임상병리학과, ⁴단국대학교 의과대학

Changes in Respiratory Pathogens before and after the COVID-19 Pandemic in Korea

Ga-Yeon Kim¹, Ki Yeon Kim², Young Ki Lee², Hye Sook Kang³, Bo Kyeong Jung^{4*}

¹Department of Dental Hygiene, Dankook University

²Department of Biomedical Laboratory Science, Dankook University

³Department of Clinical Laboratory Science, Dong-Eui University

⁴Department of Laboratory Medicine, College of Medicine, Dankook University

요약 COVID-19로 인한 개인위생 향상이 호흡기 미생물에 어떠한 역학적 변화를 주었는지 알아보기 위해, COVID-19 발생 전, 후로 한국의 7개 대학병원을 후향적으로 엑셀 프로그램 (Microsoft, Redmond, WA, USA)과 Comparison of two rates (MedCalc software, Ostend, Belgium)을 사용하여 분석하였다. 2018년 1월부터 2021년 12월까지 총 128,336명의 환자로부터 접수된 307,794개의 객담 검체를 대상으로 하였으며, 이 중 52,185명의 양성 환자로부터 56,814개의 균주를 분리 및 배양하였다. COVID-19 이전과 비교했을 때 내원 환자 수, 호흡기 미생물이 검출된 환자 수, 호흡기 검체 접수 건수 그리고 호흡기 양성 검체 건수 모두 감소하였다. COVID-19 유행 이후 HAP(Hospital Acquired Pneumonia) 같은 경우 유의한 차이가 발견되지 않았지만, CAP(Community Acquired Pneumonia)의 주요 원인균으로 알려진 *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* 그리고 *Moraxella catarrhalis* 균주의 경우 50% 이상이 감소하였다. 결론적으로, COVID-19로 인한 개인위생 향상은 호흡기 미생물 감염의 역학적 변화에 유의한 관련성이 있었으며 이러한 보건당국의 NPI (Non-Pharmaceutical Intervention) 전략은 향후 호흡기 미생물 감염병 관리에 있어 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

Abstract This study retrospectively analyzed the data of COVID-19 patients treated at seven university hospitals in Korea before and after the occurrence of COVID-19 using Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA) and MedCalc's 'Comparison of two rates' software package (MedCalc, Ostend, Belgium) to investigate how improvements in personal hygiene due to COVID-19 affected the epidemiology of respiratory microbiota. A total of 307,794 respiratory specimens from 128,336 patients admitted from January 2018 to December 2021 were analyzed, and 56,814 isolates were cultured from 52,185 positive patients. Numbers of outpatient visits, patients with detected respiratory microbiota, respiratory specimen submissions, and numbers of positive respiratory specimens decreased after COVID-19. While no significant difference was found in Hospital Acquired Pneumonia (HAP) cases after the COVID-19 pandemic, a greater than 50% reduction was observed for *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, and *Moraxella catarrhalis* isolates, all known major pathogens of Community Acquired Pneumonia (CAP). In summary, the study shows improvements in personal hygiene due to COVID-19 have caused significant epidemiological changes in respiratory pathogens infections. Non-pharmaceutical intervention (NPI) strategies by health authorities are expected to play crucial roles in the management of future respiratory microbiota infections.

Keywords : Respiratory Pathogens, COVID-19, Personal Hygiene, Non pharmaceutical Interventions, Community Acquired Pneumonia

*Corresponding Author : Bo Kyeong Jung(Dankook Univ.)

email: lovegodmother@hanmail.net

Received April 19, 2024

Revised May 29, 2024

Accepted July 5, 2024

Published July 31, 2024

1. 서론

신종 코로나 바이러스 감염증(COVID-19, SARS-CoV-2)은 바이러스성 폐렴의 일종이며, 감기와 증상이 유사하여 기침이나 재채기를 할 때 발생한 비말에 쉽게 전파될 뿐만 아니라 증상이 발현되기 전에도 전파되는 특징이 있어 이를 예방하기 위하여 철저한 비말 주의가 필요하다[1,2]. 감염병 관리에 있어서는 분명히 치료보다 예방이 우선이기에 전 세계는 COVID-19의 전파를 억제하기 위해 비약물 개입(Non-Pharmaceutical Intervention, NPI) 전략에 의존하였으며, 우리나라의 경우 중앙재난안전대책본부(Korea Centers for Disease Control and Prevention, KCDC)를 가동하여 범정부적으로 방역에 집중하였다[3,4].

감염병 예방의 중요한 건강 수칙 중 하나가 올바른 손 위생이며, COVID-19를 예방하고 전파를 차단하기 위해 마스크 착용과 함께 손위생 실천이 강조되었다[4]. 호흡기 및 장바이러스와 다양한 비바이러스성 병원체를 포함한 많은 감염원은 오염된 손에 의해 감염될 수 있으며, 비누와 물로 손을 씻으면 바이러스와 박테리아를 손쉽게 제거할 수 있다[5,6].

한편 의료종사자와 일반 대중의 마스크 착용은 호흡기 바이러스 감염 위험을 감소시키며 공공장소, 다중이용시설에서의 마스크 착용은 COVID-19 감염을 예방하는데 효과적인 것으로 밝혀졌다[7,8]. 또한 일반 대중의 마스크 착용이 지역사회 전파율과 사망률을 감소시켜 감염병으로 인한 부담을 줄이는 데 잠재적으로 높은 가치가 있음이 확인하였고 지역사회 주민들의 마스크 착용이 무증상 감염을 낮춰 COVID-19를 통제하는데 효과가 있음이 밝혀졌다[9,10].

홍콩의 경우 대규모 이동 제한, 발열 검사, 사회적 거리 두기로 지역사회내 COVID-19 전염성이 44% 감소하였으며 소아입원율 기준 전염성이 33% 감소한 것으로 나타났다[11]. 이와 같이 손위생과 마스크 착용 및 사회적 거리 두기와 같은 NPI 전략은 조사 대상지역, 전염병의 심각성 및 사용된 봉쇄 조치에 따라 COVID-19 감염률을 30~70% 줄이는데 도움이 된다는 결과가 있으며 [12], 미국 질병통제예방센터(CDC)의 역학 데이터에 따르면 2020~2021년 기간동안 NPI전략으로 인해 COVID-19을 제외한 다른 일반적인 호흡기 바이러스의 전파를 감소시켰다고 하였다[13]. 이러한 NPI 전략으로 인해 국내에서도 COVID-19뿐만 아니라 다른 호흡기

병원미생물의 전파 및 질환의 발생에 영향을 미칠 가능성이 매우 높다고 생각된다.

본 연구에서는 경기, 강원, 충남, 전남, 전북, 경남에 위치한 7개 대학병원의 내원객을 대상으로 COVID-19 확산 이전인 2018, 2019년도와, COVID-19 확산 후인 2020, 2021년도 환자의 호흡기 검체에서 분리된 균들의 분석 결과를 후향적으로 조사하여 성별 분리빈도, 연도별 내원환자와 호흡기 검체 비교, 연도별 병원미생물의 분리빈도 변화를 파악하여, 이를 통해 호흡기 병원미생물 예방에 있어 마스크 착용과 손위생 같은 개인위생과의 연관성을 통해 향후 호흡기 미생물의 감염예방에 도움이 될 것으로 생각된다.

2. 재료 및 방법

2.1 대상검체

본 연구는 2018년 1월부터 2021년 12월까지 총 4년간 전국 7개 대학병원에서 128,336명 내원 환자에게 의뢰받은 307,794건의 호흡기 검체를 대상으로 하였으며, 호흡기 검체로는 객담, 기관지 흡인액, 기관경유 흡인액을 포함하였다. 배양에서 균의 증식을 보인 환자는 52,185명이었고, 116,529 균주가 분리되었으며, 이들 환자 나이의 중앙값은 67.8세이었다(Table 1).

본 연구는 단국대학교병원 윤리위원회의 심의 (IRB No. 2023-01-008) 대상자의 의무기록을 후향적으로 조사 연구하였다.

Table 1. Average age distribution of study subjects by group.

Local University Hospital group	Average age of patients (2018~2022)
A	66.2
B	69.1
C	64.2
D	68.7
E	69.2
F	69.6
G	67.5
Average	67.8

2.2 검사방법

의뢰된 호흡기 검체는 Blood agar plate(BAP)와 MacConkey agar에 접종한 후 5% CO₂가 포함된 36°C 배양기에서 18~24시간 배양하였다. BAP의 경우는 *Haemophilus* spp. 검출을 위해 *Staphylococcus aureus*를 희석 도말하여 위성현상을 관찰하였다. 배지에서 증식된 균은 VITEK 2 Automated ID System (bioMerieux, Hazelwood, MO, USA), MicroScan WalkAway 96 system (BD Diagnostics, Sparks, MD, USA), BD Phoenix M50 instrument (Beckman Coulter, Brea, CA, USA)을 이용한 방법과 질량분석기를 이용한 Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight (MALDI-TOF) Biotyper system (Bruker, Daltonics, Germany)과 VITEK mass spectrometer (MS; bioMerieux, Durham, NC, USA)를 이용하여 동정하였다.

2.3 자료분석 및 통계

각 7개의 대학병원의 미생물검사실에서 설문형식으로 자료를 제출받아 엑셀로 통계를 처리하였다. 환자나이 중앙값의 통계분석은 엑셀 프로그램(Microsoft, Redmond, WA, USA)을 이용하였으며, 각 병원에서의 환자 나이 평균으로 산출하였다. 조사기간 중 한 환자에서 같은 균주가 배양된 경우 처음 배양된 균주를 대상으로 하였으며, 다음 연도에 증식된 균주도 대상에 포함 시켰다. 또한 여러 균이 분리된 경우도 결과에 포함하였다. 통계적 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였으며, MedCalc's Comparison of two rates(MedCalc software, Ostend, Belgium)을 사용하여 Poisson test 통계분석 방법을 사용하였다.

3. 결과

3.1 성별 분리 빈도

병원 외래로 내원하거나 입원한 환자로부터 접수된 검체에서 균이 분리된 양성환자 분포를 보면 Group D에서 전체의 21.1%로 가장 많이 차지하였으며, 다음으로 Group E, Group B, Group G 순이었다(Table 2). 성별 분포에서는 남성 환자 32,429명, 여성 환자 19,756명으로 성별 분포 비율은 1.64 : 1로 남자 환자가 더 많은 것을 확인하였다.

Table 2. The Sex Distribution of Study Subjects.

Local University Hospital group	Male (%)	Female (%)	Total (%)
A	2,892 (8.9)	1,562 (7.9)	4,454 (8.5)
B	5,174 (16.0)	3,173 (16.1)	8,347 (16.0)
C	4,248 (13.1)	2,241 (11.3)	6,489 (12.4)
D	6,658 (20.5)	4,375 (22.1)	11,033 (21.1)
E	5,103 (15.7)	3,470 (17.6)	8,573 (16.4)
F	3,300 (10.2)	1,947 (9.9)	5,247 (10.1)
G	5,054 (15.6)	2,988 (15.1)	8,042 (15.4)
Total	32,429 (100)	19,756 (100)	52,185 (100)

3.2 연도별 내원 환자와 호흡기 검체 비교

2018년부터 2021년까지 전국 7개 대학병원에 내원한 환자 수는 총 128,336명이며 COVID-19 유행 전 68,814명에서 COVID-19 유행 후 59,522명으로 13.5% 감소하였다(Fig. 1). 병원미생물이 검출된 환자는 52,185명으로 COVID-19 유행 전 27,084명에서 유행 후에 25,101명으로 7.3% 감소하였으며, 호흡기 검체 접수 건수는 총 307,794건으로 나타났다. 호흡기 검체 건수는 COVID-19 유행 전 161,597명에서 유행 후 145,197명으로 9.5% 감소하였다. 한편 COVID-19 유행 이전인 2018년, 2019년도의 평균 검체 양성률은 39.5%이었고, COVID-19 이후인 2020년도, 2021년도의 평균 양성률은 36.0%로 나타나 평균적으로 3.5% 검체 양성률이 감소하였다.

또한, 내원 환자 수, 병원미생물이 검출된 환자 수, 호흡기 검체 접수 건수, 호흡기 양성 검체 건수 4가지 parameter가 2018년, 2019년 대비 2020년, 2021년 모두 감소하였으며 $p < .001$ 로 유의미하다.

3.3 연도별 병원미생물의 분리 빈도 변화

객담 배양검사는 4년(2018~2021년)간 총 307,794 검체를 시행했으며, 116,529(37.9%) 검체에서 양성이 확인되었고 중복을 제외한 경우 호흡기 미생물 56,814가 분리되었다. 연도별로 분리된 균의 수는 균주의 종류에 따라 증감을 보였으며, *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*의 경우 시간이 지남에 따라 50% 이상의 유의미한 감소가 나타났다(Table 3-4).

또한 병원미생물로 진단된 56,814 예의 미생물 중 가장 흔히 배양된 균은 *Staphylococcus aureus* 10,165 (17.9%)였으며, 그 뒤를 이어 *Klebsiella pneumoniae*

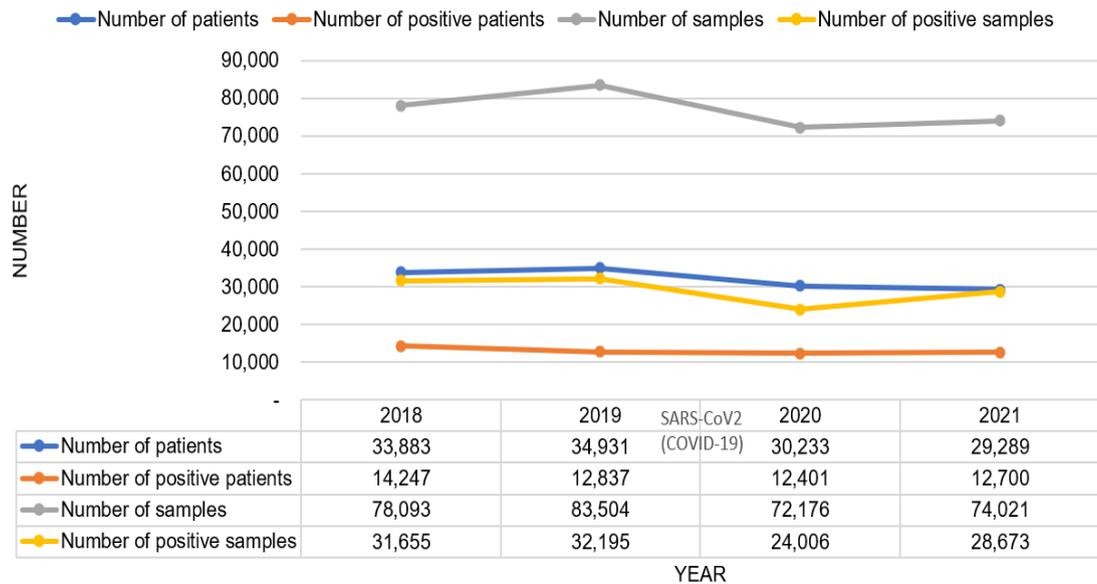


Fig. 1. Comparison of the number of patients visited and the number of sputum samples by year. * $p < 0.001$

Table 3. The frequencies of bacteria and fungi from sputum isolates by year. (data for 2018–2019 combined)

Organisms	A	B	C	D	E	F	G	Total (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	799 (22.4)	473 (15.0)	566 (15.9)	1,761 (17.7)	744 (18.3)	433 (18.9)	1,053 (23.2)	5,829 (18.7)
<i>Acinetobacter baumannii</i> complex	687 (19.3)	292 (9.3)	612 (17.2)	627 (6.3)	823 (20.2)	318 (13.9)	923 (20.3)	4,282 (13.8)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	489 (13.7)	445 (14.1)	273 (7.7)	1,130 (11.4)	501 (12.3)	366 (15.9)	787 (17.3)	3,991 (12.8)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	478 (13.4)	545 (17.3)	350 (9.8)	1,816 (18.3)	688 (16.9)	360 (15.7)	591 (13.0)	4,828 (15.5)
<i>Candida albicans</i>	180 (5.1)	122 (3.9)	225 (6.3)	906 (9.1)	31 (0.8)	199 (8.7)	437 (9.6)	2,100 (6.8)
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	167 (4.7)	47 (1.5)	120 (3.4)	162 (1.6)	202 (5.0)	19 (0.8)	117 (2.6)	834 (2.7)
<i>Escherichia coli</i>	102 (2.9)	66 (2.1)	116 (3.3)	549 (5.5)	225 (5.5)	142 (6.2)	77 (1.7)	1,277 (4.1)
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	83 (2.3)	154 (4.9)	107 (3.0)	344 (3.5)	73 (1.8)	126 (5.5)	95 (2.1)	982 (3.2)
<i>Haemophilus influenzae</i>	73 (2.1)	72 (2.3)	14 (0.4)	207 (2.1)	165 (4.1)	2 (0.1)	62 (1.4)	595 (1.9)
<i>Moraxella catarrhalis</i>	32 (0.9)	9 (0.3)	25 (0.7)	65 (0.7)	65 (1.6)	0 (0.0)	32 (0.7)	288 (0.7)
Others	470 (13.2)	928 (29.4)	1,149 (32.3)	2,360 (23.8)	554 (13.6)	330 (14.4)	363 (8.0)	6,154 (19.8)
Total	3,560 (100)	3,153 (100)	3,557 (100)	9,927 (100)	4,071 (100)	2,295 (100)	4,537 (100)	31,100 (100)

Table 4. The frequencies of bacteria and fungi from sputum isolates by year. <data for 2020-2021 combined>

Organisms	A	B	C	D	E	F	G	Total (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	621 (22.0)	268 (12.0)	425 (12.6)	1,302 (16.5)	551 (17.8)	281 (11.0)	888 (23.8)	4,336 (16.9)
<i>Acinetobacter baumannii</i> complex	391 (13.8)	252 (11.3)	498 (14.8)	518 (6.6)	499 (16.1)	196 (7.6)	728 (19.5)	3,082 (12.0)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	465 (16.4)	345 (15.5)	370 (11.0)	1,104 (14.0)	538 (17.4)	646 (25.2)	716 (19.2)	4,184 (16.3)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	417 (14.7)	546 (24.5)	421 (12.5)	1,457 (18.4)	503 (16.3)	546 (21.3)	532 (14.2)	4,422 (17.2)
<i>Candida albicans</i>	203 (7.2)	114 (5.1)	273 (8.1)	684 (8.7)	28 (0.9)	233 (9.1)	357 (9.6)	1,892 (7.4)
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	66 (2.3)	16 (0.7)	52 (1.5)	59 (0.7)	73 (2.4)	21 (0.8)	35 (0.9)	322 (1.3)
<i>Escherichia coli</i>	89 (3.1)	34 (1.5)	149 (4.4)	449 (5.7)	172 (5.6)	120 (4.7)	61 (1.6)	1,074 (4.2)
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	73 (2.6)	114 (5.1)	84 (2.5)	373 (4.7)	74 (2.4)	142 (5.5)	49 (1.3)	909 (3.5)
<i>Haemophilus influenzae</i>	24 (0.8)	42 (1.9)	2 (0.1)	124 (1.6)	55 (1.8)	4 (0.2)	11 (0.3)	262 (1.0)
<i>Moraxella catarrhalis</i>	7 (0.2)	5 (0.2)	10 (0.3)	16 (0.2)	10 (0.3)	0 (0.0)	12 (0.3)	60 (0.2)
Others	473 (16.7)	496 (22.2)	1,083 (32.2)	1,812 (22.9)	587 (19.0)	374 (14.6)	346 (9.3)	5,171 (20.1)
Total	2,829 (100)	2,232 (100)	3,367 (100)	7,898 (100)	3,090 (100)	2,563 (100)	3,735 (100)	25,714 (100)

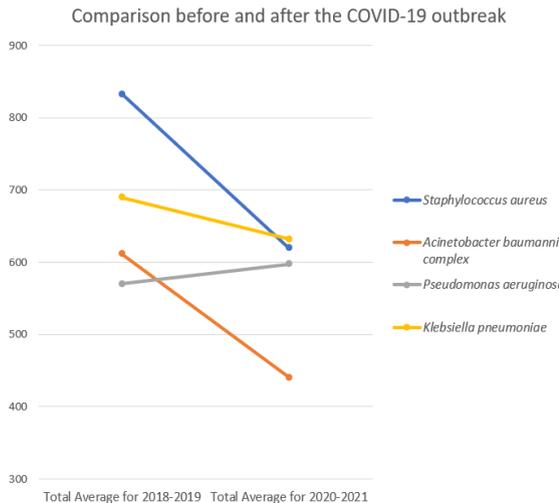


Fig. 2. Isolation of major respiratory microorganisms by year.

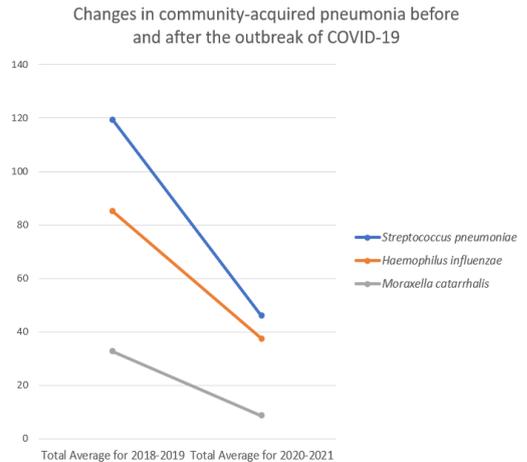


Fig. 3. Isolation of community-acquired pneumococcal bacteria by year

9,250(16.3%), *Pseudomonas aeruginosa* 8,175(14.4%), *Acinetobacter baumannii* complex 7,364(13.0%), 그리고 *Candida albicans* 3,992(7.0%) 순으로 병원미생물이 분리되었다. 한편 COVID-19 유행 전과 후의 균 분리 빈도를 비교해 보면, COVID-19 유행 이전인 2018년도와 2019년의 평균적인 균 분리 빈도에서는 *S. aureus* > *K. pneumoniae* > *A. baumannii* complex > *P. aeruginosa* 순으로 나타났다. COVID-19 유행 후인 2020년도와 2021년의 평균적인 균 분리 빈도에서는 *K. pneumoniae* > *S. aureus* > *P. aeruginosa* > *A. baumannii* complex 순으로 나타났다(Fig. 2).

한편 COVID-19가 유행하기 이전과 이후에 접수된 호흡기 검체에서 분리된 균주 수를 평균적으로 비교해 보면 유행 이전에는 31,100건이 분리되었고 유행 이후에는 25,714건으로 COVID-19 유행 이전 대비 17.3%가 감소된 것을 확인할 수 있었다. 균종별 변화를 보면 *S. aureus*는 25.6%, *A. baumannii* complex는 28.0%, *K. pneumoniae*는 8.4%, *C. albicans*는 9.9%, *S. pneumoniae*는 61.4%, *E. coli*는 15.9%, *S. maltophilia*는 7.4%, *H. influenzae*는 56.0%, *M. catarrhalis*는 79.2% 감소하였으나, 반면에 *P. aeruginosa* 같은 경우는 4.8% 증가하였다. 이 중 COVID-19 이전과 비교하여 50% 넘게 분리가 감소한 균들로 *S. pneumoniae* 61.4%, *H. influenzae* 56.0% *M. catarrhalis* 79.2% 감소하였다(Fig. 3).

4. 논의

본 연구는 앞서 출간된 'COVID-19 유행 전과 후 호흡기 병원미생물의 변화 (2018-2021)' 논문의 지역적인 한계를 보완하기 위해 전국에 있는 7개 대학병원으로 조사 범위를 넓혀 COVID-19 팬데믹 전후의 병원미생물의 역학적 변화를 조사하였다[14].

COVID-19로 인한 NPI 전략인 마스크 착용, 손위생 등의 개인위생 변화가 호흡기 미생물 감염에 어떠한 영향을 주었는지를 평가하기 위해 전국 7개 대학병원에 내원한 총 128,336명의 결과를 후향적으로 설문지를 통해 조사하였다.

2018년~2021년 사이의 호흡기 검체 수는 총 307,794건이었으며, 이 중 116,529건이 양성으로 37.9% 양성률을 보였다. 양성 검체 중 한 환자에서 중복분리된 균주는 제외하였으며, 다음 연도에 증식된 균주는 대상에 포함하

여 56,814균이 52,185명의 환자에게서 분리되었다.

성별 분리 빈도는 남성이 32,429명(62.1%), 여성이 19,756명(37.9%)으로 남성이 여성보다 24.2% 더 높은 것을 확인할 수 있었다.

또한 호흡기 검체 건수는 2018년과 2019년 사이에는 작은 증가추세를 보였지만 국내 COVID-19 유행 이후부터는 검체 접수량이 COVID-19 유행 전 대비 9.5% 감소하여, 이러한 결과는 COVID-19의 영향으로 인해 변화가 발생된 것으로 판단 된다. 또한 2018년부터 2021년까지 4년간 내원한 환자 중 폐렴 양성인 환자 수는 COVID-19 유행 전과 비교하여 7.3% 감소 추세를 확인할 수 있었는데, 이는 국내의 건강보험심사평가원(Health Insurance Review & Assessment Service, HIRA)의 자료와 비교해 보면 폐렴에 의한 환자 수는 2017년도(131.9만명), 2018년도(134.3만명), 2019년도(140.6만명)에는 점차 증가하는 추세를 보였지만 2020년도(67.0만명)에는 전년(2019년) 대비 52.3% 감소하는 큰 차이를 나타내었다[15]. 아마도 이것은 중환자가 많은 대학병원 특성상 이러한 차이를 나타낸 것으로 생각된다.

한편 환자에게서 가장 많이 검출된 병원성 균종은 *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii* complex, *C. albicans*, *E. coli*, *S. maltophilia* 그리고 *S. pneumoniae* 순으로 나타났는데, 가장 많이 분리된 상위 5개의 균종 같은 경우 원내감염과 치료과정 중 감염을 일으킬 수 있는 기회감염 균들이며 중환자실이 많은 대학병원 특성으로 인해 많이 검출된 걸로 판단된다. 또한 COVID-19 전 후를 비교하면 *P. aeruginosa*를 제외한 균들의 감소가 두드러졌는데, 그 중 50% 이상의 감소를 보인 균은 *S. pneumoniae*, *H. influenzae*, *M. catarrhalis* 이었다. 이들 호흡기 미생물은 지역 간의 차이가 발생하기 때문에 COVID-19 발생 전 후 약간의 차이는 큰 임상적 의미가 없다고 생각된다. *P. aeruginosa*에서는 작은 증가가 관찰되었는데, 이 균의 경우 Nosocomial infection이기에 면역력이 저하된 환자들이 밀집한 중환자실에서 주로 발생하여 개인위생 등의 영향은 크게 받지 않은 것으로 생각된다.

한편 지역사회획득 폐렴의 대표적인 *S. pneumoniae*는 전 세계적인 질병과 사망의 중요한 원인균이며 건강한 사람의 코인두에 집락을 형성하고 호흡기 비말을 통해 전파되어 특히 어린이와 노인에서 더욱 중요하다[16]. 이 균의 경우는 COVID-19 유행 전과 후의 평균을 비교하면 61.4% 감소 되었다. 또한 *H. influenzae*와 *M.*

*catarrhalis*도 지역사회획득 폐렴균으로 알려져 있으며 *H. influenzae*의 경우 COVID-19 유행 전과 유행 후의 평균을 비교해 보면 56.0% 감소 되었다. 또한 *M. catarrhalis*도 COVID-19 유행 전과 후의 평균을 비교하면 79.2% 감소 되었는데, 이런 결과는 국내의 다른 연구와 같이 COVID-19 이후 대표적인 지역사회 폐렴균으로 *S. pneumoniae*, *H. influenzae*, *M. catarrhalis*가 50% 이상 큰 폭으로 감소한 것을 거의 비슷하게 확인할 수 있었다[14]. 국내 COVID-19 유행 전후의 호흡기 미생물의 분석 결과를 통해 호흡기와 소화기 감염균이 개인위생 향상으로 지역사회 획득 폐렴균인 *S. pneumoniae*, *H. influenzae*, *M. catarrhalis*가 연구 기간 중 각각 61.4%, 56.0%, 79.2% 감소하는 결과를 나타내었다. 이는 NPI를 추구했던 공중보건 전략이 시행된 후 지역사회의 호흡기 미생물 감염이 감소하였으며, 이러한 공중보건 조치가 호흡기를 통한 감염을 통제 하는데 매우 효과적임을 알 수 있었다. 또한 NPI 전략이 미래의 호흡기 미생물 전염병 통제에 중요한 구성 요소가 될 것이며 일반적인 공중보건 관행에 있어 추가적인 잇점이 될 수 있다고 생각된다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 지난 2022년에 출간된, 충남 850명상 규모 1개 대학병원에서 팬데믹 기점으로 전후 2년간 시행한 연구의 지역적 특성에 국한된 한계점을 보완하기 위해 범위를 넓혀 7개 대학병원에 내원한 환자에서 분리된 호흡기 미생물을 대상으로 연구를 진행하였다[14].

COVID-19 유행 전, 후의 호흡기 미생물을 분석한 결과 국민들의 손위생과 마스크 착용 등의 개인 위생관리 향상은 호흡기 미생물의 검출률 감소에 두드러진 영향을 주었으며 호흡기 미생물 감염의 역학적 변화에 유의한 관련성을 보였고 이러한 보건당국의 NPI 전략은 향후 호흡기 미생물 감염병 관리와 예방에 있어 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 본 연구의 제언점으로는 COVID-19 대책으로 인해 호흡기 미생물의 검출률이 감소되었지만 이러한 변화로 인해 어떠한 호흡기질환들이 구체적으로 증가, 감소 되었는지의 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다. 본 연구는 COVID-19 전, 후의 전국에 위치한 대학병원별 호흡기 미생물의 역학적 변화를 살펴본 것으로 정부의 NPI 전략이 호흡기질환 감염예방에 효과가 있음을 보고한 국내 최초의 연구에 의의가 있다 하겠다.

References

- [1] S. M. Chae, Coronavirus infectious diseases-19 and challenges for future disease response. *Health and Welfare Issue & Focus*. 2020;(374):1-8.
- [2] Public Health England. Infection control precautions to minimise transmission of acute respiratory tract infections in healthcare settings. London: Public Health England, Version2, Oct. 2016. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/63fddd96d3bf7f25fbcc84ba/RTI_infection_control_guidance.pdf
- [3] V. Avadhanula, P. A. Piedra, The prevention of common respiratory virus epidemics in 2020-21 during the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) pandemic: an unexpected benefit of the implementation of public health measures. *The Lancet Regional Health Americas*, Aug. 19, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lana.2021.100043>
- [4] Korea Centers for Disease Control and Prevention (KCDC). COVID-19 [Internet]. Cheongju: KCDC; c2022 [cited 2022 Nov. 1st]. Available From: <https://www.kdca.go.kr/> (accessed Sep. 13, 2023)
- [5] United States Centers for Disease Control and Prevention. 2020. Handwashing: clean hands save lives. <https://www.cdc.gov/clean-hands/about/index.html>
- [6] J. Y. Chun, H. B. Kim, "Hand Hygiene". *Journal of Korean Medical Association*, Vol.61, No.1, pp.13-20, Jan. 17, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5124/jkma.2018.61.1.13>
- [7] S. Rami, C. A. Fux, V. Danielle, M. Abbas, J. Marshchall et al., "Risk of SARS-CoV-2 transmission by aerosols, the rational use of masks, and protection of healthcare workers from COVID-19". *Antimicrob Resist Infect Control*, Vol.9 No.1, pp.e100, Jul. 6, 2020. <https://aricjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13756-020-00763-0>
- [8] N. H. Leung, D. K. Chu, E. Y. Shiu, K. H. Chan, J. J. McDevitt et al., "Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks". *Nature medicine*, Vol.26, No.5, pp.676-680, Apr. 03, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0843-2>
- [9] S. E. Eikenberry, M. Mancuso, E. Iboi, T. Phan, K. Eikenberry et al., "To mask or not to mask: Modeling the potential for face mask use by the general public to curtail the COVID-19 pandemic". *Infectious disease modelling*, Vol.5, pp.293-308, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idm.2020.04.001>
- [10] V. C. Cheng, S. C. Wong, V. W. Chuang, S. So, J. H. Chen, et al., "The role of community-wide wearing of face mask for control of coronavirus disease 2019 (COVID-19) epidemic due to SARS-CoV-2". *Journal of Infection*, Vol.81, No.1, pp.107-114, Apr. 23, 2020. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.024>

[11] B. J. Cowling, S. T. Ali, T. W. Ng, T. K. Tsang, J. C. Fong et al., "Impact assessment of non-pharmaceutical interventions against coronavirus disease 2019 and influenza in Hong Kong: an observational study". *The Lancet Public Health*, Vol.5, No5, pp.e279-e288, Apr. 17, 2020
DOI: [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(20\)30090-6](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(20)30090-6)

[12] Rader, B., White, L. F., Burns, M. R., Chen, J., Brilliant, J., Cohen, J., Brownstein, J. S. (2021). Mask-wearing and control of SARS-CoV-2 transmission in the USA: a cross-sectional study. *The Lancet Digital Health*, 3(3), e148-e157, Jan. 19, 2021.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30293-4](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30293-4)

[13] United States Centers for Disease Control and Prevention. Changes in Influenza and Other Respiratory Virus Activity During the COVID-19 Pandemic — United States, 2020–2021, Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), c2021[cited 2021 July 23], Available From: https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/70/wr/mm7029a1.htm?s_cid=mm7029a1_w (accessed Nov. 20, 2023)

[14] K. Y. Kim, J. S. Kim, Y. K. Lee, G. Y. Kim, B. K. Jung, "Changes in respiratory pathogens before and after the COVID-19 pandemic (2018–2021)". *BioMed Research International*, Vol. 2022, Article ID 1324052, 7 pages, Oct. 10.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/1324052>

[15] 'Statistics on medical treatments for common diseases in daily life'(Health Insurance Review and Assessment Service)
<https://www.hira.or.kr/bbsDummy.do?pgmid=HIRAA020045010000&brdScnBltNo=4&brdBltNo=2361&pageIndex=1#none>

[16] F. As, J. Loscalzo, D. L. Kasper, S. L. Hauser, D. L. Longo, J. L. Jameson, Harrison's principles of internal medicine 18th ed. States of America, 2012.

김 가 연(Ga-Yeon Kim) [정회원]



- 2005년 2월 : 고려대학교 보건대학원 (보건학석사)
- 2012년 2월 : 단국대학교 보건대학원 (보건학박사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 보건과학대학 치위생학과 교수

<관심분야>

임상미생물학, 구강미생물학, 항균제내성

김 기 연(Ki Yeon Kim) [정회원]



- 2021년 2월 : 단국대학교 보건과학대학 임상병리학과
- 2023년 2월 : 단국대학교 대학원 임상병리학과 (임상미생물학석사)
- 2023년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 대학원 임상병리학과 (임상미생물학박사)

<관심분야>

임상미생물학, 항균제내성, 분자진단학

이 영 기(Young Ki Lee) [정회원]



- 2000년 8월 : 단국대학교 세균학(Ph.D)
- 2002년 3월 : 텍사스주립대 의과대학(Sanantonio, 연구원)
- 2005년 ~ 현재 : 단국대학교 임상병리학과 교수

<관심분야>

병원미생물, 항생제내성, 보건위생학

강 혜 숙(Hye Sook Kang) [정회원]



- 2000년 3월 : 부경대학교 대학원 산업미생물학과(이학석사)
- 2017년 8월 : 부산가톨릭대학교 대학원 임상병리학과(이학박사)
- 2023년 9월 1일 ~ 현재 : 동의대학교 임상병리학과 교수

<관심분야>

감염관리, 임상미생물학, 임상진균학

정 보 경(Bo Kyeung Jung)

[정회원]



- 2009년 3월 ~ 2017년 3월 : 고려대학교 의과대학 학사, 석사, 박사 수료
- 2009년 3월 ~ 2018년 2월 : 고려대병원 수련의, 전공의 및 전임의
- 2018년 3월 ~ 현재 : 단국대병원 임상교수 및 조교수

〈관심분야〉

진단검사의학, 수혈의학, 분자유전학